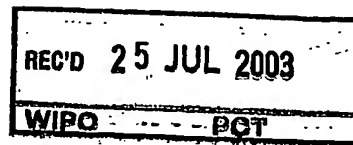
PCT/IB03/02835
16.06.03

B R E V E T D ' I N V E N T I O N

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 23 MAI 2003

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 2600399

REMISE DES PIÈCES DATE 25 JUIN 2002 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0207863 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 25 JUIN 2002		1. NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Monsieur Denis ROCHE Société Civile S.P.I.D. 156 Bd Haussmann 75008 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) PHFR020063			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2. NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3. TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE DE DETECTION D'ARTEFACTS DE BLOC.			
4. DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5. DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.	
Prénoms			
Forme juridique		Société de droit Neerlandais	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse		Groenenwoudseweg 1	
Rue			
Code postal et ville		5621 BA EINDHOVEN	
Pays		PAYS-BAS	
Nationalité		Néerlandaise	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE 25 JUIN 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0207863		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 260899	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>			PHFR020063		
16 MANDATAIRE					
Nom			ROCHE		
Prénom			Denis		
Cabinet ou Société			S.P.I.D.		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			07036 - Délégation de pouvoir 10473		
Adresse	Rue	156 Bd Haussmann			
	Code postal et ville	75008	PARIS		
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			01 40 76 80 30		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>					
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>					
7 INVENTEUR (S)					
Les inventeurs sont les demandeurs			<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
8 RAPPORT DE RECHERCHE			Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Paiement échelonné de la redevance			Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non		
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES			Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence)</i> :		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) D. ROCHE Mandataire SPID 422-5/S008 Paris le 25.06.2002			VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI M. ROCHET		

DESCRIPTION

Domaine technique de l'invention

5 La présente invention concerne un procédé de traitement de données correspondant à des pixels d'une séquence d'images numériques afin de détecter des artefacts de bloc, ledit procédé comprenant une étape de filtrage passe-haut d'une portion d'une image numérique, destinée à délivrer au moins une carte de pixels de discontinuité, et une étape de détection d'artefacts de bloc, destinée à détecter un premier type d'artefact de bloc élémentaire à partir de la au moins une carte de pixels de discontinuité.

10 Elle concerne également un récepteur de télévision et un décodeur vidéo comprenant un dispositif de traitement mettant en œuvre le procédé de traitement de données selon l'invention.

Elle trouve notamment son application dans la détection d'artefacts de bloc à l'intérieur d'une image numérique précédemment codée puis décodée selon une technique
15 de codage par blocs, la norme MPEG (de l'anglais 'Motion Pictures Expert Group') par exemple, et dans la correction des données comprises dans ces blocs afin d'atténuer les artefacts visuels causés par la technique de codage par blocs.

Etat de la technique antérieure

20 Les artefacts de bloc constituent un problème crucial pour les techniques de codage par blocs utilisant une transformation discrète du type transformation en cosinus discrète DCT. Ils apparaissent sous la forme de mosaïques de blocs parfois extrêmement visibles dans les séquences d'images décodées. Ces artefacts sont dus à une forte quantification effectuée à la suite de la transformation discrète, cette forte quantification faisant apparaître
25 de fortes discontinuités aux frontières des blocs de codage.

L'article intitulé « Optimal JPEG Decoding » par J. Jung, M. Antonini, M. Barlaud, Proc. Of ICIP'98, vol. 1, pp.410-414, Chicago, Octobre 1998, décrit un procédé de traitement de données permettant de détecter et de corriger les artefacts de bloc. Pour cela, ledit procédé comprend une étape de transformation fréquentielle de type transformation en
30 ondelettes, qui est appliquée horizontalement et verticalement à une image. Le résultat de cette transformation comprend deux sous-images qui contiennent des coefficients haute fréquence. Ces coefficients haute fréquence correspondent à des artefacts de bloc ou à des contours naturels. Selon le procédé de l'art antérieur, les coefficients haute fréquence correspondant à des artefacts de bloc sont localisés spatialement sur une grille de 8 x 8
35 pixels et possèdent une valeur inférieure à un seuil au delà duquel ils correspondent à un contour naturel.

Cependant, ce procédé n'est capable que d'effectuer une modélisation basique des artefacts de bloc, ce qui limite ses possibilités de détection desdits artefacts. De plus, il ne recherche les artefacts de bloc que sur des grilles de 8 x 8 pixels. Or, la grille peut être distordue à l'intérieur de l'image du fait d'un ré-échantillonnage de l'image. Cette distorsion peut parfois être connue à l'avance, comme dans le cas du format de codage 3/4, où la largeur de la grille varie selon le motif 10-11-11. Mais la plupart du temps, cette variation est arbitraire car elle est issue, par exemple, d'un transcodage de débit, d'une conversion de format d'image sur un récepteur de télévision 16/9, d'un format 4/3 vers un format 16/9 par exemple, d'un zoom sur une portion d'image, d'une conversion analogique-numérique, voire d'une combinaison de ces différentes conversions. Dans ce cas, le procédé de l'état antérieur de la technique ne va détecter des artefacts de bloc que sur une grille de taille et de position fixe, et appliquera une étape de post-traitement basée sur cette détection, ce qui risque de rendre la correction partielle voire inefficace.

15 **Exposé de l'invention**

La présente invention a pour but de proposer un procédé de traitement de données qui soit plus efficace.

A cet effet, le procédé de traitement de données selon l'invention est remarquable en ce que l'étape de détection est également destinée à détecter un second type d'artefact de bloc élémentaire à partir de la au moins une carte de pixels de discontinuité.

L'invention tire partie des observations illustrées à la Fig. 1 qui représente l'évolution de la luminance Y en fonction de plusieurs pixels consécutifs. Selon ces observations, deux types de profil d'artefacts de bloc p1 et p2 sont principalement rencontrés dans les images codées puis décodées selon une technique de codage par blocs. Le premier profil p1 correspond à un artefact de bloc standard tandis que le second profil p2 correspond à un artefact de bloc présent dans une image ayant subi un ré-échantillonnage ou un traitement équivalent. Dans le domaine spatial, le premier profil p1 est une marche d'escalier simple tandis que le second profil p2 est une double marche d'escalier.

Le procédé selon la présente invention prend ainsi en compte le second profil d'artefact de bloc grâce à une analyse plus poussée. La modélisation ainsi effectuée tenant compte d'un éventuel ré-échantillonnage de l'image, le résultat obtenu en matière de détection d'artefacts de bloc s'en trouve amélioré. Les artefacts de bloc peuvent en outre être détectés indépendamment d'une quelconque grille, rendant par conséquent le procédé de traitement plus efficace tant pour la détection que pour la correction des artefacts de bloc.

Brève description des dessins

Ces aspects de l'invention ainsi que d'autres aspects plus détaillés apparaîtront plus clairement grâce à la description suivante de plusieurs modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs et en regard des dessins annexés parmi lesquels :

- 5 - la Fig. 1 illustre, dans le domaine spatial, les deux profils d'artefact p1 et p2 que l'on rencontre principalement dans les images codées selon une technique de codage par blocs,
- la Fig. 2 est un diagramme représentant schématiquement le procédé de traitement de données selon l'invention,
- 10 - la Fig. 3 est un diagramme représentant schématiquement une transformation en ondelettes,
- la Fig. 4 illustre les deux profils d'artefact p1 et p2 dans le domaine fréquentiel après traitement par une transformation en ondelettes,
- la Fig. 5 illustre la localisation d'un artefact de bloc en fonction d'un profil d'artefacts p1 représenté dans le domaine fréquentiel après traitement par une transformation en ondelettes,
- 15 - la Fig. 6 illustre les deux profils d'artefact p1 et p2 dans le domaine fréquentiel après traitement par un filtrage gradient,
- la Fig. 7 décrit une méthode de correction des artefacts de bloc, et
- la Fig. 8 décrit le principe de la correction d'un artefact de bloc de type p2.

20

Exposé détaillé d'au moins un mode de réalisation de l'invention

La présente invention concerne un procédé de traitement d'une séquence d'images numériques codées et décodées selon une technique de codage par blocs. La technique de codage mise en œuvre est, dans notre exemple, la norme MPEG basée sur la transformation en cosinus discrète DCT, mais peut être également toute autre norme équivalente, comme les normes H.263 ou H.26L par exemple. Il faut noter que ce procédé pourrait également s'appliquer à une image fixe, codée par exemple selon la norme JPEG. Le procédé de traitement concerne dans un premier temps la détection d'artefacts de bloc dus à ces techniques de codage par blocs puis les applications qui en découlent, comme les techniques de post-traitement ou des mesures de qualité d'image par exemple.

30

La Fig. 2 illustre schématiquement le procédé de traitement selon l'invention. Ledit procédé comprend tout d'abord une étape de filtrage FIL (110) d'une portion d'une image numérique. Cette portion est, par exemple, une des deux trames d'une image si l'image est constituée de deux trames entrelacées. Le filtre est appliqué horizontalement et verticalement, ligne par ligne, à des pixels de luminance $Y(m,n)$ de la trame d'une image numérique de la séquence, où m et n sont des entiers, compris entre 1 et M et entre 1 et N

35

respectivement, qui correspondent à la position du pixel dans la trame selon un axe vertical et horizontal respectivement ($M = 288$ et $N = 720$ en format de codage 576×720 par exemple).

Dans le mode de réalisation préféré, le filtrage est de type transformation en ondelettes. La transformation par ondelettes, décrite à la Fig. 3, est une technique de traitement de signal qui consiste à décomposer une image en une pluralité de sous-bandes, une sous-bande comprenant des images filtrées de résolution inférieure. La transformation en ondelettes utilise, dans notre exemple, une décomposition bi-orthogonale. Une telle décomposition a pour avantage, d'une part, d'effectuer une différenciation nette des contours grâce à un filtre passe-haut, et, d'autre part, d'effectuer un lissage de l'image grâce à un filtre passe-bas. Pour obtenir un premier niveau de sous-bande, la transformation en ondelettes comprend :

- une étape de filtrage passe-bas LP avec un filtre $lp1$ suivie d'une étape de sous-échantillonnage $DS2$ par 2 selon une direction horizontale de l'image $I1$, de manière à obtenir une image de texture Ii sous-échantillonnée dans la direction horizontale, avec le filtre passe-bas $lp1 = [0.02674875967204570800; -0.01686411909759044600; -0.07822325080633163500; 0.26686409115791321000; 0.60294902324676514000; 0.26686409115791321000; -0.07822325080633163500; -0.01686411909759044600; 0.02674875967204570800]$ proposé par Antonini et al. dans l'article « Image Coding Using Wavelet Transform », IEEE Trans. Image Processing, vol. 1, n. 2, pp. 205-220, Avril 1992 ;
- une étape de filtrage passe-haut HP avec un filtre $hp1$ suivie d'une étape de sous-échantillonnage $DS2$ par 2 selon une direction horizontale de l'image $I1$, afin de détecter les discontinuités dans la direction horizontale, de manière à obtenir une image de discontinuités Ei sous-échantillonnée dans la direction horizontale, avec le filtre passe-haut $hp1 = [0.045635882765054703, -0.028771763667464256, -0.2956358790397644, 0.5574351615905762, -0.2956358790397644, -0.028771763667464256, 0.045635882765054703]$ proposé par Antonini et al. ;
- pour chacune des deux images sous-échantillonnées dans la direction horizontale Ii et Ei , une étape de filtrage passe-bas LP avec un filtre $lp1$ suivie d'une étape de sous-échantillonnage $DS2$ par 2 selon une direction verticale, de manière à obtenir une image sous-échantillonnée $I2$ ou $E2h$ dans la direction verticale ;
- pour chacune des deux images sous-échantillonnées dans la direction horizontale Ii et Ei , une étape de filtrage passe-haut HP avec le filtre $hp1$ suivie d'une étape de sous-échantillonnage $DS2$ par 2 selon une direction verticale, de manière à obtenir une image de discontinuités $E2v$ ou $E2d$ sous-échantillonnée dans la direction verticale.

Le résultat est une image d'approximation $I2$ qui a une résolution divisée par 2 et trois images de détails $E2v$, $E2h$, $E2d$ qui donnent les erreurs entre l'image originale et l'image

d'approximation. Les images de détails E2h et E2v représentent les discontinuités selon les directions horizontale et verticale respectivement.

Le procédé comprend également une étape de détermination de discontinuité correspondant à des artefacts de bloc BAD (120). Ladite étape est basée sur des seuillages et des comparaisons entre un coefficient filtré courant et des coefficients filtrés qui lui sont adjacents. La Fig. 4 illustre les deux profils d'artefact p1 et p2 ainsi que leur représentation dans le domaine fréquentiel : $W_1(m,k)$ en fonction de k , k étant un entier représentant la position d'un pixel sur la ligne m , ceci après traitement par une transformation en ondelettes telle que décrite précédemment.

La méthode de détermination d'artefacts de bloc est décrite ci-dessous pour la détection d'artefacts de bloc verticaux en considérant $W_1^V(m,k)$; elle est applicable à la détection des artefacts de bloc horizontaux en considérant $W_1^H(k,n)$.

Un artefact vertical correspondant au profil p1 est détecté si les conditions cumulatives suivantes sont remplies, $W_1^V(m,n)$ étant un coefficient de l'image sous-échantillonnée E2v :

$$S1 < |W_1^V(m,n)| < S2$$

$$|W_1^V(m,n)| > A1 \cdot |W_1^V(m,n \pm 1)|$$

$$|W_1^V(m,n \pm 2)| < S3$$

Un artefact vertical correspondant au profil p2 est détecté si les conditions cumulatives suivantes sont remplies :

$$S1 < |W_1^V(m,n)| < S2 \text{ et } S1 < |W_1^V(m,n+1)| < S2$$

$$|W_1^V(m,n)| > A1 \cdot |W_1^V(m,n-1)|$$

$$|W_1^V(m,n+1)| > A1 \cdot |W_1^V(m,n+2)|$$

$$|W_1^V(m,n-2)| < S3 \text{ et } |W_1^V(m,n+3)| < S3$$

A1 est un coefficient prédéterminé égal à 4 dans notre exemple. S1 et S2 sont des premier et second seuils prédéterminés, le premier seuil correspondant à un seuil de visibilité, le second seuil à la limite au delà de laquelle le pixel de position (m,n) correspond à un contour naturel. Ils sont pris égaux à 2 et 10 dans notre exemple. S3 est un troisième seuil issu de la représentation dans le domaine fréquentiel après traitement par une transformation en ondelettes des profils d'artefact de bloc. Dans notre exemple, il est égal à 1 et sert à rendre la détection plus sûre en contrôlant le contraste de la discontinuité.

Il peut être particulièrement avantageux, dans le cas d'applications MPEG-4 où l'accès aux flux de données vidéo donc au pas de quantification par trame est possible, de faire varier

les seuils S1 à S2 en fonction dudit pas de quantification de manière à améliorer encore l'efficacité du procédé de traitement. Par exemple, les valeurs de seuil sont une fonction linéaire du pas de quantification.

5 En raison du sous-échantillonnage par 2 de la décomposition en ondelettes, le localisation au pixel près de l'artefact de bloc n'est pas chose aisée. En effet, un coefficient du domaine fréquentiel de la première sous-bande peut être associé à deux pixels dans le domaine spatial. C'est pourquoi une analyse plus fine est nécessaire, cette analyse tenant compte des signes des coefficients ondelettes W_1^V . La Fig. 5 montre qu'une frontière de bloc
10 située entre un pixel $p(m, 2n-1)$ et $p(m, 2n)$, d'une part, et une frontière de bloc située entre un pixel $p(m, 2n)$ et $p(m, 2n+1)$, d'autre part, correspondent à un profil semblable dans le domaine fréquentiel, à l'exception des signes. En raison du sous-échantillonnage, les pixels sous-échantillonnés $p(m, 2n-3)$, $p(m, 2n-1)$ et $p(m, 2n+1)$ étant représentés par une croix, les signes des coefficients transformés $W_1^V(m, n-1)$, $W_1^V(m, n)$ et $W_1^V(m, n+1)$ correspondant
15 auxdits pixels sont respectivement $(+, -, -)$ pour une frontière de bloc située entre un pixel $p(m, 2n)$ et $p(m, 2n+1)$ et $(+, +, -)$ une frontière de bloc située entre un pixel $p(m, 2n-1)$ et $p(m, 2n)$ pour une discontinuité dans le domaine spatial présentant un front montant. Si la discontinuité présente un front descendant, les signes des coefficients transformés $W_1^V(m, n-1)$ et $W_1^V(m, n)$ correspondant aux pixels sous-échantillonnés $p(m, 2n-3)$, $p(m, 2n-1)$ et
20 $p(m, 2n+1)$ sont respectivement $(-, +, +)$ et $(-, -, +)$ dans les deux cas précédents. En résumé, si les signes des coefficients transformés $W_1^V(m, n)$ et $W_1^V(m, n+1)$ sont identiques alors la frontière de bloc est située entre un pixel $p(m, 2n)$ et $p(m, 2n+1)$; si les signes des coefficients transformés $W_1^V(m, n-1)$ et $W_1^V(m, n)$ sont identiques alors la frontière de bloc est située entre un pixel $p(m, 2n-1)$ et $p(m, 2n)$. La localisation des artefacts de bloc peut
25 être effectuée pour les artefacts possédant un profil de type p2 selon un principe similaire.

 Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, le filtrage est un filtrage gradient utilisant le filtre $hp2 = [1, -1, -4, 8, -4, -1, 1]$. Ce filtre est appliqué horizontalement et verticalement, ligne par ligne, aux pixels de luminance $Y(m, n)$ de la trame d'une image
30 numérique de la séquence. Le résultat de ce filtrage est constitué, de préférence, par deux cartes de pixels de discontinuité, une carte horizontale Eh et une carte verticale Ev . La carte horizontale Eh montrant les discontinuités verticales peut suffire en première approximation, la majorité des ré-échantillonnage se faisant dans la direction horizontale. Cependant, le procédé de traitement selon l'invention aura une efficacité optimale à partir du traitement
35 des deux cartes de pixels de discontinuités. D'autres filtres gradients sont possibles comme, par exemple, le filtre passe-haut de la transformation en ondelettes $hp1$ proposée par

Antonini et al. Le filtre hp2 a cependant la particularité d'être particulièrement simple à implémenter et d'approximer relativement fidèlement le filtre hp2.

La Fig. 6 illustre les deux profils d'artefact p1 et p2 dans le domaine spatial, ainsi que leur représentation dans le domaine fréquentiel après filtrage avec le filtre hp1 ou hp2. Dans le domaine fréquentiel, le premier profil p1 correspond à un pic tandis que le second profil p2 correspond à un dos d'âne.

Dans ce cas, l'étape de détermination de discontinuité correspondant à des artefacts de bloc comprend une sous-étape de détection des contours naturels et des artefacts non visibles. Pour cela, une valeur d'un coefficient filtré horizontalement $Y_{fh}(m,n)$ et/ou verticalement $Y_{fv}(m,n)$ doit être comprise entre les premier et second seuils $S1$ et $S2$ pour pouvoir correspondre à un artefact de bloc. De préférence, la condition est prise sur la valeur absolue des coefficients filtrés de la façon suivante :

$$S1 < |Y_{fh}(m,n)| < S2 \text{ et } S1 < |Y_{fv}(m,n)| < S2$$

A titre de variante, la condition suivante est utilisée :

$$S'1 < |Y_{fh}(m,n)|^2 + |Y_{fv}(m,n)|^2 < S'2, \text{ } S'1 \text{ et } S'2 \text{ ayant la même fonction que } S1 \text{ et } S2.$$

Les valeurs de seuil dépendent du filtre utilisé. Pour le filtre hp1, on prend, par exemple, $S'1=0.6$ et $S'2=400$, $S1=0.5$ et $S2=20$.

L'étape de détermination de discontinuité correspondant à des artefacts de bloc comprend une sous-étape de détection d'artefacts de bloc. Un artefact vertical correspondant au profil p1 est détecté en scannant la trame selon une direction horizontale correspondant à la ligne m si la condition suivante est satisfaite :

$$|Y_{fv}(m,n)| > |Y_{fv}(m,n+k)| \text{ avec } k = -2, -1, +1, +2.$$

La frontière de bloc est localisée entre le pixel de position (m,n) et celui de position $(m,n+1)$ si $|Y(m,n) - Y(m,n-1)| < |Y(m,n) - Y(m,n+1)|$ et entre le pixel de position $(m,n-1)$ et celui de position (m,n) dans le cas contraire.

Un artefact correspondant au profil p2 est détecté si les conditions cumulatives suivantes sont remplies :

$$f1 \cdot |Y_{fv}(m,n)| < (|Y_{fv}(m,n-1)| + |Y_{fv}(m,n+1)|)$$

$$|Y_{fv}(m,n-1)| > f2 \cdot |Y_{fv}(m,n-2)|$$

$$|Y_{fv}(m,n+1)| > f2 \cdot |Y_{fv}(m,n+2)|$$

avec $f1 = 6$ et $f2 = 2$ dans le mode de réalisation préféré.

La frontière de bloc est localisée entre le pixel de position $(m,n-1)$ et celui de position (m,n) .

La détection d'un artefact horizontal correspondant à chacun des profils p1 et p2 est effectuée de façon similaire en scannant la carte horizontale E_h contenant les coefficients filtrés $Y_{fh}(m,n)$ selon une direction verticale correspondant à la colonne n . L'étape de

détermination de discontinuité qui vient d'être décrite a le mérite d'être particulièrement simple à implémenter.

Une première application du procédé de traitement de données selon l'invention est constituée par la détection MPEG, i.e. la détection d'une séquence d'images numériques codées puis décodées selon la norme MPEG et de sa grille d'artefacts de bloc parmi des séquences d'images analogiques. Cette détection MPEG est effectuée au niveau d'un récepteur de télévision et est généralement suivie d'une étape de post-traitement des images, qui est destinée à corriger lesdits artefacts de blocs présents sur la grille.

Pour cela, le procédé de traitement comprend également une étape de sélection SEL (130) destinée à sélectionner sur une ligne horizontale ou verticale de la trame des segments comprenant un nombre de pixels consécutifs de discontinuité supérieur à un quatrième seuil prédéterminé S_0 . En effet, les discontinuités isolées correspondent généralement à un bruit supplémentaire alors que les artefacts de bloc, qui sont dus à une quantification grossière des coefficients DCT font généralement apparaître des défauts linéaires le long des blocs de codage. La valeur S_0 du seuil prédéterminé ne doit pas être trop basse de manière à ne pas favoriser les fausses détections. Elle ne doit pas non plus être trop haute de manière à ne pas trop contraindre la sélection en diminuant le nombre de segments d'artefacts élémentaires détectés. En pratique, la valeur S_0 est fixée à 3 pour une trame de 288 lignes de 720 pixels.

De manière avantageuse, le procédé de traitement comprend également une étape de recherche, à l'intérieur de la trame, d'un ensemble de lignes de grille, une ligne de grille présentant une densité d'artefacts de bloc élémentaires présents sur les segments substantiellement supérieure à celles des lignes qui lui sont voisines. Une telle étape permet de diminuer encore le risque de fausses détections.

Une deuxième application du procédé de traitement de données selon l'invention est constituée par le post-traitement des images, qui est destiné à corriger les artefacts de bloc présents sur la grille. Ladite grille a été déterminée par la méthode précédemment décrite ou est connue comme, par exemple, si le post-traitement est effectué dans un décodeur vidéo MPEG-4. La correction dépend du profil de l'artefact de bloc détecté.

Si l'artefact de bloc correspond au profil p1, la correction décrite à la Fig. 7 est appliquée. La méthode de correction d'artefacts de bloc comprend :

- une étape de calcul d'une première transformation en cosinus discrète DCT1 (71) d'un premier ensemble de N données u, situé à gauche ou au dessus de la frontière de bloc,

- une étape de calcul d'une seconde transformation en cosinus discrète DCT1 (72) d'un second ensemble de N données v, situé à droite ou au dessous de la frontière de bloc et adjacent au premier ensemble,
 - une étape de calcul d'une transformation en cosinus discrète globale DCT2 (73) d'un ensemble de 2N données w correspondant à la concaténation CON (70) des premier et second ensembles et fournissant un ensemble de données transformées W.
 - une étape de détermination PRED (74) d'une fréquence maximale prédite kwpred, à partir des données transformées U et V issues des première (71) et seconde (72) transformations DCT1, calculée de la façon suivante :

$$kwpred = 2 \cdot \max(k_{umax}, k_{vmax}) + 2$$
 avec $k_{umax} = \max(k \in \{0, \dots, N-1\} / \text{abs}(U(k)) > T)$
 $k_{vmax} = \max(k \in \{0, \dots, N-1\} / \text{abs}(V(k)) > T)$
 où T est un seuil différent de zéro.
 - correction ZER (75) par mise à zéro des données transformées impaires W issues de la transformation discrète globale dont la fréquence est supérieure à la fréquence maximale prédite, fournissant des données corrigées W'.
 - calcul d'une transformation en cosinus discrète Inverse IDCT2 (76) des données corrigées, fournissant des données filtrées w' qui sont ensuite destinées à être affichées à l'écran.
- Si l'artefact de bloc correspond au profil p2, la correction doit être sensiblement modifiée. En effet, la position de la frontière de bloc doit être précisée, du fait de la double marche d'escalier correspondant au profil p2 tel qu'illustré à la Fig. 8. C'est pourquoi la méthode de correction comprend préliminairement une étape de réajustement de la valeur de luminance du pixel intermédiaire p(n) destinée à donner à ladite valeur de luminance la valeur de luminance du pixel qui se trouve immédiatement à sa droite p(n+1). Les étapes précédemment décrites sont alors appliquées, la frontière de bloc se trouvant à la gauche du pixel intermédiaire, qui fait alors partie du segment v.
- A titre de variante, il est également possible de faire correspondre la valeur de luminance du pixel intermédiaire à celle du pixel de gauche ou encore à celle du pixel ayant la valeur de luminance la plus proche. Dans les deux cas, le positionnement des segments u et v est adapté en conséquence afin d'appliquer l'étape de correction.

Une troisième application du procédé de traitement de données selon l'invention est constituée par une mesure de niveau de bloc de la trame à partir des artefacts de bloc présents sur la grille, afin de déterminer la qualité des images. La mesure de qualité peut être effectuée au niveau d'un récepteur de télévision, la grille ayant été déterminée par la

méthode précédemment décrite ou au niveau d'un décodeur vidéo MPEG-4, la grille étant déjà connue, afin d'assurer une qualité de service donnée.

De préférence, le niveau de bloc B de la trame f est obtenu en additionnant les amplitudes des valeurs filtrés $W_1^V(m,n)$ correspondant à des artefacts de bloc élémentaires, soit :

$$B(f) = \sum_{m,n} \left[\delta((m,n) \in \text{artV}) \kappa(m,n) W_1^V(m,n) + \delta((m,n) \in \text{artH}) \kappa(m,n) W_1^H(m,n) \right]$$

où $\delta(x) = 1$ si x est vrai et 0 sinon, artV et artH contenant les pixels détectés comme des artefacts de bloc.

Une telle mesure présente l'avantage de prendre en compte l'amplitude W_1 de la dégradation. Elle prend également en compte la position (m,n) de la dégradation, un coefficient de pondération $\kappa(m,n)$ fonction de la perception du système visuel humain pouvant être introduit. En outre, cette mesure permet de déterminer un niveau de bloc pour une grille de dimension arbitraire voire variable dans le temps.

Il est possible d'implémenter le procédé de traitement selon l'invention au moyen d'un circuit de récepteur de télévision, ledit circuit étant convenablement programmé. Un programme d'ordinateur contenu dans une mémoire de programmation peut provoquer le circuit à effectuer les différentes opérations décrites précédemment en référence à la Fig. 2. Le programme d'ordinateur peut aussi être chargé dans la mémoire de programmation par la lecture d'un support de données comme, par exemple, un disque qui contient ledit programme. La lecture peut également s'effectuer par l'intermédiaire d'un réseau de communication comme, par exemple, le réseau internet. Dans ce cas, un fournisseur de service mettra le programme d'ordinateur à la disposition des intéressés sous la forme d'un signal téléchargeable.

Aucun signe de référence entre parenthèses dans le présent texte ne doit être interprété de façon limitative. Le verbe "comprendre" et ses conjugaisons doivent également être interprétés de façon large, c'est à dire comme n'excluant pas la présence non seulement d'autres éléments ou étapes que ceux listés après ledit verbe, mais aussi d'une pluralité d'éléments ou d'étapes déjà listés après ledit verbe et précédés du mot "un" ou "une".

REVENDEICATIONS

1. Procédé de traitement de données correspondant à des pixels d'une séquence d'images numériques afin de détecter des artefacts de bloc, ledit procédé comprenant une
5 étape de filtrage passe-haut (110) d'une portion d'une image numérique, destinée à délivrer au moins une carte de pixels de discontinuité, et une étape de détection (120) d'artefacts de bloc, destinée à détecter un premier type (p1) d'artefact de bloc élémentaire à partir de la au moins une carte de pixels de discontinuité, ledit procédé étant caractérisé en ce que l'étape de détection est également destinée à détecter un second type (p2) d'artefact de
10 bloc élémentaire à partir de la au moins une carte de pixels de discontinuité.
2. Procédé de traitement de données selon la revendication 1, dans lequel l'étape de filtrage passe-haut (110) est apte à utiliser une transformation en ondelettes, destinée à
15 délivrer au moins une carte de pixels de discontinuité sous-échantillonnés correspondant à une sous-bande de ladite transformation.
3. Procédé de traitement de données selon la revendication 2, comprenant en outre une étape de localisation de l'artefact de bloc élémentaire sur une ligne de la portion d'image numérique à partir des signes de valeurs filtrées des pixels sous-échantillonnés de la carte
20 de pixels de discontinuité.
4. Procédé de traitement de données selon la revendication 1, dans lequel l'étape de filtrage passe-haut est destinée à délivrer deux cartes de pixels de discontinuité, une carte horizontale et une carte verticale.
25
5. Procédé de traitement de données selon la revendication 1, dans lequel l'étape de filtrage passe-haut est apte à utiliser un filtre gradient.
6. Procédé de traitement de données selon la revendication 1, comprenant une étape de
30 mesure de qualité d'image, destinée à fournir un niveau d'artefacts de bloc à partir des valeurs filtrées des pixels correspondant aux artefacts de bloc.
7. Procédé de traitement de données selon la revendication 1, comprenant une étape de correction destinée à corriger les artefacts de bloc selon leur type (p1,p2).
35
8. Récepteur de télévision comprenant un dispositif de traitement mettant en œuvre le procédé de traitement de données selon la revendication 7, apte à détecter des artefacts de

bloc à l'intérieur d'une séquence d'images numériques et à les corriger en vue d'afficher sur un écran dudit récepteur une séquence d'images numériques corrigées.

- 5 9. Décodeur vidéo apte à fournir une séquence d'images numériques décodées et comprenant un dispositif de traitement mettant en œuvre le procédé de traitement selon la revendication 7, apte à détecter des artefacts de bloc à l'intérieur de la séquence d'images numériques décodées et à les corriger de manière à fournir une séquence d'images numériques corrigées.
- 10 10. Produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'elles sont chargées dans un circuit, amène celui-ci à effectuer le procédé de traitement d'images numériques selon l'une des revendications 1 à 7.

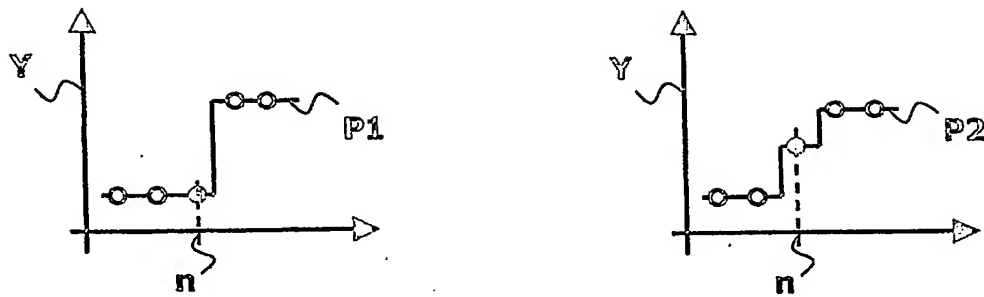


FIG. 1

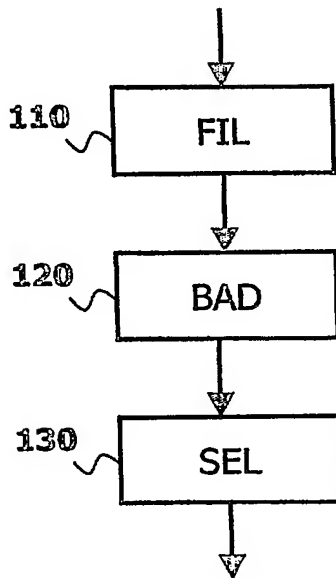


FIG. 2

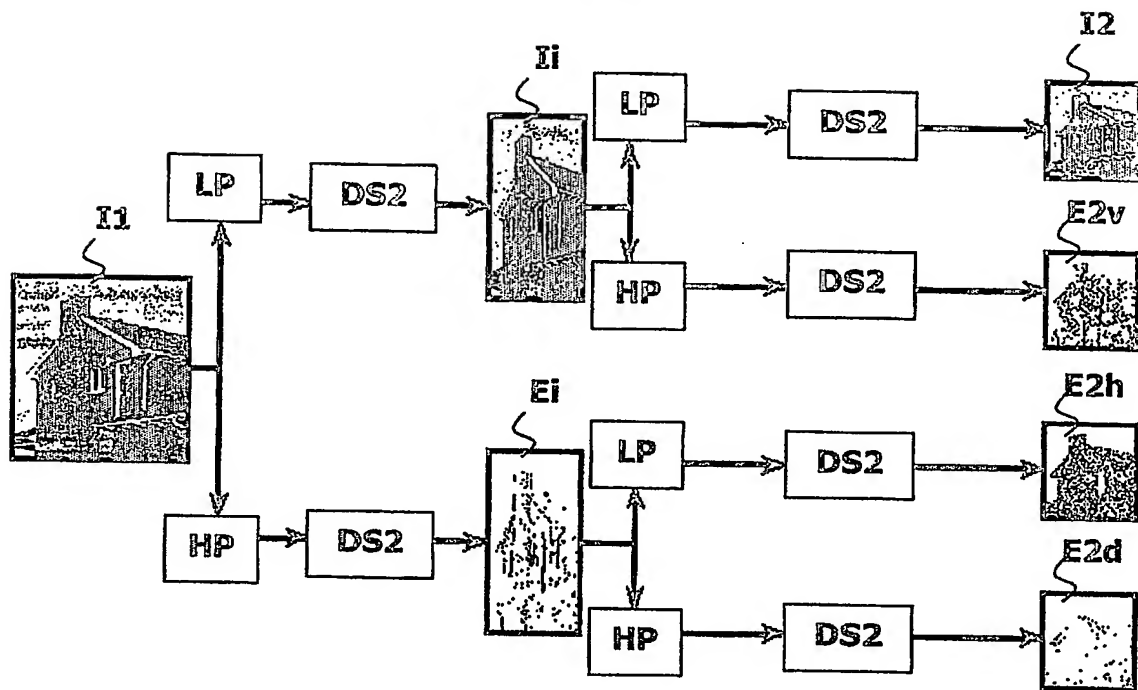


FIG. 3

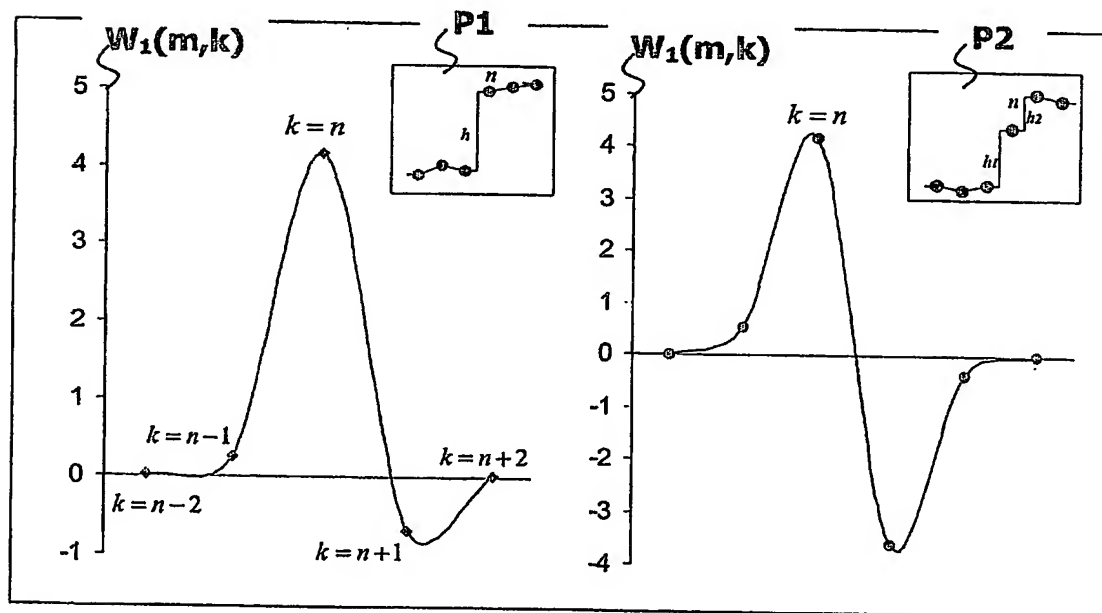
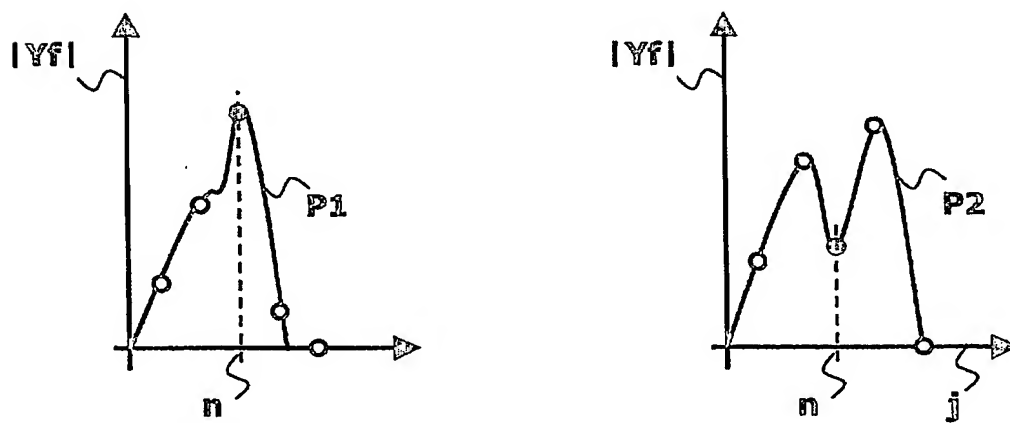
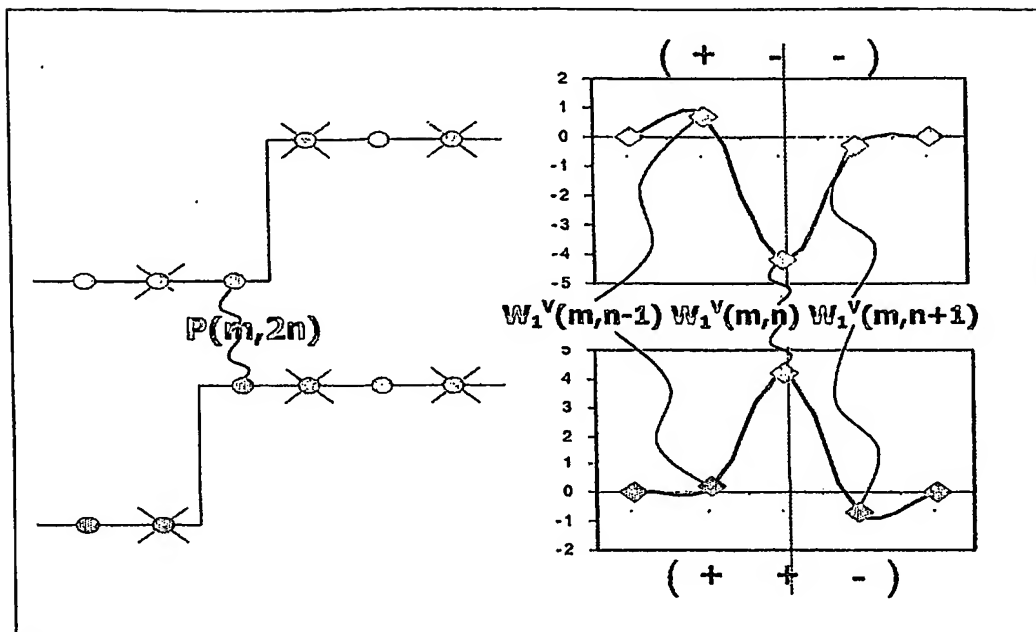


FIG. 4



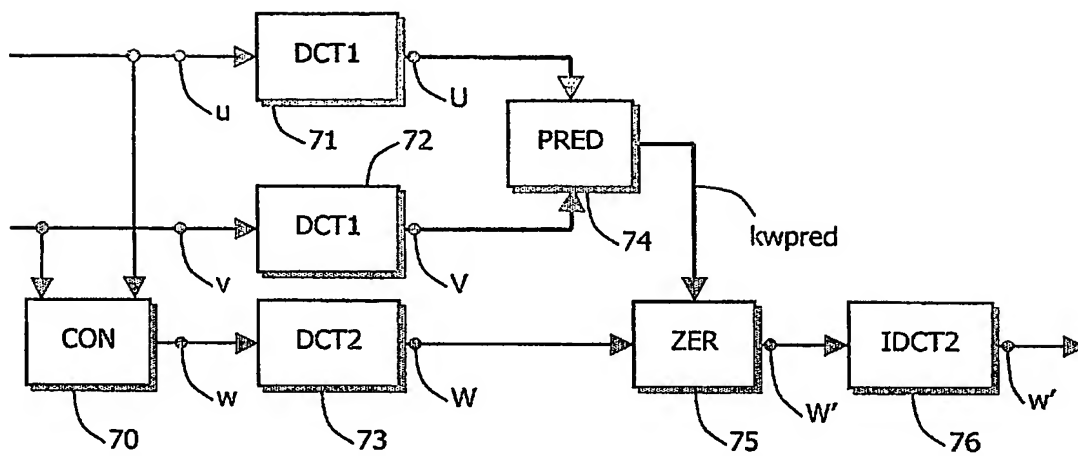


FIG. 7

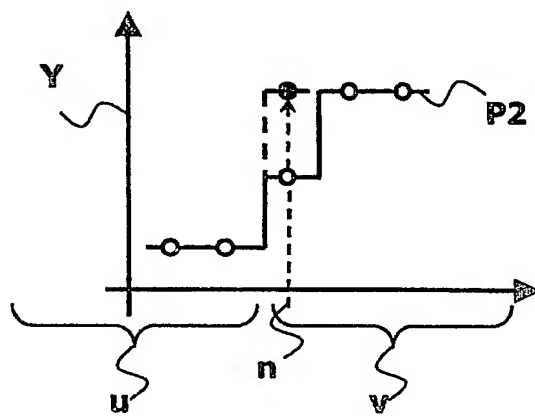


FIG. 8



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235°02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° ... / ...
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		PHFR020063	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0207863	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE DE DETECTION D'ARTEFACTS DE BLOC.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		LESELLIER	
Prénoms		Estelle	
Adresse	Rue	156, Bd Haussmann	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		JUNG	
Prénoms		Joël	
Adresse	Rue	156, Bd Haussmann	
	Code postal et ville	75008	PARIS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) D. ROCHE Mandataire SPID 422-5/S008			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.